

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 497 419

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 24639

(54)

Moteur à courant continu sans collecteur à double impulsion.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 K 29/02; G 11 B 19/00.

(22)

Date de dépôt..... 30 décembre 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : RFA, 30 décembre 1980, n° P 30 49 494.1.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 2-7-1982.

(71)

Déposant : Société dite : PAPST-MOTOREN GMBH & CO. KG, résidant en RFA.

(72)

Invention de : Rolf. Müller.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Pierre Nuss, conseil en brevets,
10, rue Jacques-Kablé, 67000 Strasbourg.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention a pour but de réaliser un moteur à double impulsion avec moment auxiliaire de réluctance qui démarre avec sûreté même avec un entraînement par frottement à sec.

5 Dans ce but, le moteur de l'invention est caractérisé par une fente d'air efficace dans un domaine de faible magnétisme, qui s'étend pratiquement chaque fois jusqu'à la gorge à l'extrémité d'un arc polaire, et en ce qu'il se produit, en direction de la rotation, entre les arêtes de
10 cette gorge ainsi que dans la suite, une forte augmentation de la fente d'air efficace magnétiquement, de l'ordre de grandeur environ de la largeur de cette gorge.

Grâce à cette forte augmentation de la fente d'air efficace magnétiquement, on obtient, en liaison avec la
15 magnétisation indiquée du rotor, une forme et une grandeur favorable de la fraction entraînant le moment de réluctance, et une très bonne synchronisation de cette fraction avec les brèches du moment d'entraînement électromagnétique.

La grandeur et la forme de cette fraction entraî-
20 nante du moment de réluctance ont pour effet que, même avec un frottement à sec, tel qu'il est caractéristique de l'emploi avec des mémoires à disques magnétiques, ce couple de réluctance, lors de la déconnexion du moteur, entraîne avec sécurité le rotor dans une position favorable pour le
25 re-démarrage. La fraction du moment de réluctance servant au freinage présente elle-même une allure très favorable.

Conformément à l'invention, il est prévu que, vue dans la direction de la rotation, la fente d'air à efficacité magnétique décroît rapidement à partir du maximum sur environ
30 la moitié de l'arc de pôle de stator en question, et décroît ensuite lentement sur l'autre moitié. Grâce à ce mode de réalisation, on obtient, en outre, que le moment de réluctance de freinage indésirable en soi, qui soutire de l'énergie au moteur, présente une forme favorable, c'est-à-dire que
35 la perte d'énergie est régulière et est répartie sur un grand angle de rotation.

D'autres caractéristiques de l'objet de l'invention apparaîtront dans la description ci-après, qui se rapporte à un exemple de réalisation, avec référence aux dessins annexés,
40 dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation latérale, partiellement en coupe le long de la ligne I-I de la figure 2 d'un moteur conforme à l'invention, qui est ici un moteur à rotor extérieur ;
- 5 la figure 2 est une vue en plan, par le dessous, du moteur de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en plan, à échelle agrandie, à peu près à l'échelle 2, d'une portion de tôle de stator, utilisée dans le moteur des figures 1 et 2 ;
- 10 la figure 4 est une vue complète de tôle de stator analogue à la figure 3, mais à échelle grandeur nature, et symétriquement inversée par rapport à la figure 3 ;
- la figure 5 est une représentation, à échelle considérablement agrandie, et déroulée de l'allure de la fente d'air dans
- 15 le moteur suivant les figures 1 à 4, sur une partie du pourtour du stator, et
- la figure 6 est une représentation schématique en perspective pour une explication de l'invention.

La figure 1 montre, à l'échelle 1, un moteur à rotor 20 extérieur 10 avec une cloche de rotor emboutie 11 en acier, qui est reliée, en son centre, par une douille 12, à un arbre 13, lequel est supporté, à l'extérieur du moteur dans des paliers 14. Dans la face intérieure 15 de la cloche de rotor 11 est insérée et collée une bague magnétique 16 qui consiste 25 habituellement en ce qu'on désigne par aimant-caoutchouc, c'est-à-dire un mélange de ferrite dure et d'une matière élastomère. Cette bague 16 est magnétisée radialement et comporte quatre pôles, voir la figure 5, dans laquelle sont représentés deux pôles de rotor. Les brèches séparant les 30 pôles 16 sont désignées par 17. Ces brèches ou coupures 17 de l'aimant de rotor 16 peuvent être légèrement obliques. Cependant la figure 1 montre une brèche non oblique.

Les pôles de rotor possèdent chacun une magnétisation en forme de trapèze. Les brèches entre pôles 17 sont 35 étroites et possèdent, par exemple, chacune une largeur de l'ordre de 10 à 20°, c'est-à-dire que, dans les pôles de rotor, le domaine à induction constante est grand, ainsi que cela est précisé dans le DE-C 23 46 380.

Le paquet de tôles de stator 18 est, en dehors de

la fente d'air 19, enduit, par injection, de matière synthétique, de telle sorte que sont formés des corps d'enroulement 22 indiqués dans la figure 1. Dans cette représentation quatre corps d'enroulement de stator sont prévus, dont seuls 5 les enroulements 23, 24 et 25 sont visibles dans les figures 1 et 2. Ces enroulements ont une conformation représentée dans la figure 1 du document DE-C ci-dessus, ou analogue à celle des figures 2 et 3 de l'article de Müller "Zweipulsige kollektorlose Gleichstrommotoren" de la revue "asr-digest 10 für angewandte Antriebstechnik", fascicule 1-2/1977.

Pour une rotation du rotor de 360° , sont donc amenées à l'enroulement deux impulsions de courant, qui ont typiquement chacune une durée inférieure à 180 degrés, de telle sorte que sont produites des brèches d'interruption 15 dans le moment d'entraînement électromagnétique. Ces interruptions sont remplies par un moment de réluctance, comme décrit dans la figure 5 du document DE-C mentionné, ainsi que dans l'article "asr" dans la figure 9. En vue d'éviter des longueurs, la présente description renvoie, 20 pour ces points, aux publications mentionnées plus haut, et à la totalité du contenu du brevet DE-C-23 46 380 en question.

Dans les figures 1 à 5, le sens de rotation du moteur est indiqué par la flèche 26.

25 Le paquet de tôle de stator 18 est intérieurement pourvu d'une ouverture centrale 27 à travers laquelle est engagée la douille 12. Il est également pourvu de perçages 28 (figure 2) pour sa fixation à un appareil à entraîner, dans lequel, en pratique, peuvent également se trouver les 30 paliers 14 pour le rotor. Le paquet de tôles 18 comporte, en outre, d'autres perçages de fixation 28' (figure 4).

Sur la face inférieure du moteur 10 (figure 1) se trouve une plaque conductrice 29, laquelle est fixée à des saillies des corps d'enroulement 22, en trois points 32, 33 35 et 34. Cette plaque porte, comme représenté, des broches de branchement de connexion 35, des éléments de construction 36 et un générateur de Hall désigné par 37. Ce générateur 37 n'est pas disposé dans la zone neutre (qui est désignée par 38 dans la figure 2), qui passe par le centre de l'ouverture

de gorge correspondante, et il est décalé d'un angle 39 dans la direction opposée au sens de rotation 26. Cet angle de décalage (figure 2) 39 a de préférence une grandeur comprise entre 0 et 5 degrés. Le générateur de Hall 37 sert alors, 5 exactement comme dans le brevet DE-C 23 46 380, à la commande, des courants dans les enroulements 23, 24, 25, etc., étant commandé lui-même par le champ magnétique de l'aimant de rotor 16. Les raccords de branchement individuels des enroulements sont fixés par soudure aux emplacements correspon- 10 dants de la plaque conductrice.

Le paquet de tôle de stator 18 comporte, comme le montrent les figures 3 et 4, quatre pôles estampés 40, 41, 42, 43 de forme identique, qui sont séparés par des ouvertures de gorges 44, lesquelles conduisent à des gorges 45 15 dans lesquelles sont insérés les enroulements conformément aux figures 1 et 2.

La figure 5 montre, à échelle fortement agrandie, l'allure de la fente d'air 19 le long d'une largeur de pôle, c'est-à-dire 180 degrés. Cette allure est la même pour les 20 quatre pôles de stator et, en conséquence, elle n'est représentée que pour le pôle 40.

La figure 3 montre, avec une ligne en traits-mixtes, la circonférence 49 qui représente l'enveloppe cylindrique circulaire du paquet de tôles de stator 18. 25 A l'emplacement 50, et donc, dans la figure 3, sur la corne polaire supérieure de droite 51, se trouve l'endroit de largeur minimale de la fente d'air, et, à l'emplacement 52, sur la corne polaire inférieure de droite, se trouve l'endroit de largeur maximale de la fente d'air. L'aimant de 30 rotor 16, est, comme dans le brevet DE-C 23 46 380, magnétisé en forme de trapèze (voir figure 5a de ce document) et il présente, comme expliqué plus haut, des coupures (magnétiques) de pôle 17 entre ses pôles. A l'état de repos, c'est-à-dire lorsque le moteur 10 ne reçoit pas de courant, ces coupures 35 17 se trouvent, comme l'indique la figure 5 (passage au zéro du moment de réluctance) en face des endroits 52 de fente d'air maximale.

Entre les endroits 50 et 52, la fente d'air 19 croît régulièrement et, comme représenté, elle augmente, à

partir de l'endroit 50, tout d'abord lentement, dans le sens opposé à la direction de rotation, environ sur la première moitié de l'arc de pôle, puis plus fortement sur la seconde moitié. Cette allure est obtenue, conformément à la figure 5 3, par une constitution en forme de secteur de cercle. Le centre 70 du cercle pour le pôle 41 se trouve sur la bissectrice 71 entre les pôles de stator 40 et 41, et à une distance 73 du centre du paquet de tôles, qui est égale de préférence à 3 à 6 % du diamètre du cylindre enveloppe 49. 10 Le rayon du secteur de cercle est désigné par 74 et, comme représenté, ce secteur, par exemple pour le pôle de stator 41, s'étend, à l'endroit 50, tangentielllement dans l'enveloppe cylindrique 49. Cette forme présente naturellement de grands avantages du point de vue technique d'estampage. Le 15 secteur annulaire s'étend donc, par exemple pour le pôle de stator 41, à partir de l'endroit 50 jusqu'à l'endroit 52. La constitution des autres pôles de stator est exactement symétrique comme le montre la figure 4.

Dans la figure 5, l'emplacement de fente d'air 20 minimale du pôle de stator 44, est désigné par 50'. On voit que, à partir de cet emplacement 50', vers l'emplacement 52, il se produit, dans un petit domaine angulaire de rotation (égal à environ le double de la largeur de l'ouverture de gorge 44) une forte augmentation de la fente d'air en direction de la rotation, et ensuite la fente d'air 19 décroît 25 également tout d'abord fortement.

La forme du moment de réluctance est, dans des moteurs de ce genre, largement déterminée par le mode d'augmentation et de diminution de la fente d'air 19. Pour faciliter la compréhension, on peut se représenter la production 30 du moment de réluctance comme étant concentrée sans les coupures de pôles 17. (En réalité, la coupure de pôle 17 ne crée naturellement aucun moment de rotation car elle est largement non magnétique). Si la coupure de pôle s'étend du 35 point 50' au point 52, il se produit un moment de réluctance entraîneur important, qui est désigné par 75 dans la figure 6B. Ce moment de réluctance est produit pendant un espace de temps étroit, pendant lequel aucun moment de rotation électromagnétique n'est amené au rotor 16. Comparer avec,

dans la figure 6A les coupures 76 entre lesquelles des courants i_{mot} passent dans le moteur.

Lorsque, ensuite, le rotor 16, entraîné électromagnétiquement, tourne à nouveau, la coupure de pôle 17 5 parcourt le domaine de fente d'air de 52 à 50, de sorte qu'est produit un moment réluctant de freinage qui est indiqué par 77 dans la figure 6B. Il est alors avantageux que ce moment de freinage est relativement uniforme.

On obtient ainsi, d'une part, que, même dans le 10 cas de frottement à sec relativement important, caractéristique de nombreux domaines d'emploi, par exemple pour des entraînements de mémoires à disques magnétiques, le rotor parvient toujours dans une position de démarrage correcte, désignée par 52 dans la figure 6B, c'est-à-dire, correspon- 15 dant à la position de rotor représentée dans la figure 5 dans laquelle la coupure de pôle 17 se trouve en face de l'emplacement 52 du stator.

D'autre part, malgré cette allure du moment de réluctance de freinage 72, on obtient une allure favorable 20 du moment total. En effet, grâce au décalage mentionné du générateur de Hall, en direction opposée au sens de rotation 26, d'un angle 39, le courant de moteur, après la commutation, croît rapidement jusqu'à une valeur maximale 80, qui correspond à un moment de rotation électromagnétique produit 25 maximal, et qui coïncide sensiblement dans le temps avec le maximum 78 du moment de réluctance, et, ensuite, en raison de la force contre-électromotrice élevée qui s'établit alors dans l'enroulement de stator en question, le courant de 30 de rotation électromagnétique chute de manière correspondante, cette zone de décroissance 81 coïncidant sensiblement avec la zone de décroissance 79 du moment de réluctance de freinage. Autrement dit : le moment électromagnétique d'entraînement et le moment de réluctance sont accordés 35 entre eux de manière optimale.

Un tel moteur réunit donc en soi en exigences, apparemment contradictoires, d'une part, d'un démarrage sûr par frottement à sec, et, d'autre part, d'un moment total largement uniforme. Etant donné que le démarrage est naturel-

lement d'autant plus facile que le frottement est faible, ces moteurs conviennent parfaitement pour un large domaine d'emploi s'étendant du ventilateur d'appareils aux mémoires à disques magnétiques.

5 La figure 6A montre en 82, avec une ligne en pointillé, l'allure du courant de moteur dans le cas où le générateur de Hall 17 est disposé dans la zone magnétiquement neutre. Dans ce cas, il se produit un accroissement de courant plus lent et le maximum du courant 83 se trouve à
10 un autre emplacement, à savoir peu avant le point de commutation dans le temps. On obtiendrait ainsi un moment total de forme très irrégulière. En outre, la pointe de courant 83 produite par la coupure serait également très défavorable parce qu'elle pourrait causer, dans le paquet de tôles, des
15 bruits de fond magnéto-strictifs. Grâce à l'invention, on obtient donc en même temps une marche du moteur peu bruyante et sans perturbations électriques.

Naturellement, le même principe peut être utilisé avec un moteur à rotor intérieur. Il suffit de penser à une
20 bande de caoutchouc dans la figure 5. Pour un moteur à rotor extérieur, la bande de caoutchouc doit être repliée vers le haut, et, pour un moteur à rotor intérieur, vers le bas.

Pour obtenir un accroissement de courant rapide après la commutation, on peut également laisser le générateur
25 de Hall 37 dans la zone neutre 38, et au lieu de cela, dans le cas d'aimants de rotor 16, on peut décaler un peu les brèches de pôle là où l'aimant de rotor commande le générateur de Hall 37. On obtient ainsi une forme plus compliquée de la magnétisation de rotor, mais également une commutation plus
30 rapide.

- R E V E N D I C A T I O N S -

1. Moteur à courant continu sans collecteur à double impulsion (10) comportant une fente d'air à peu près cylindrique, avec un rotor intérieur ou extérieur (11, 16),
5 à magnétisme permanent, dont la magnétisation est à peu près en forme de trapèze, et qui présente, entre les pôles, des brèches étroites de magnétisation (17), moteur comportant un enroulement (23, 24, 25), commandé par au moins un détecteur de position angulaire de rotation (37) qui produit, en ser-
10 vice, un champ alternatif et ainsi un moment d'entraînement électromagnétique présentant une brèche d'interruption, une fente d'air étant prévue, entre le pourtour du stator (18) et le pourtour de rotor (16) lui faisant face, cette fente d'air étant efficace magnétiquement, et différente le long de
15 l'angle de rotation pour produire un moment de réluctance, et, vue en direction de la rotation (26) croissante à chaque début d'un arc de pôle de stator (τ_p) jusqu'à un maximum, et décroissant ensuite, de telle sorte que, à chaque extrémité d'un arc polaire de stator (τ_p), se trouve
20 une gorge (44) ouverte en direction de la fente, moteur caractérisé en ce qu'un domaine d'efficacité magnétique faible de la fente d'air (19) s'étend en pratique, chaque fois, jusqu'à la gorge (44) à l'extrémité d'un arc polaire (τ_p), et, vue en direction de la rotation, il se produit,
25 entre les bords de la gorge (44), et ensuite, un fort accroissement de la fente d'air à efficacité magnétique, de l'ordre de grandeur de la largeur de cette gorge.

2. Moteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la position du détecteur de position de rotation
30 (37), et/ou du support d'information qui le commande, est constituée pour produire une commutation prématurée, et pour obtenir, dans le domaine d'une plus faible tension induite dans l'enroulement de stator, un accroissement de courant rapide dans l'enroulement de stator (23, 24, 25) commandé
35 par le détecteur (37).

3. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que, dans le domaine mentionné de forte croissance, la fente d'air (19) augmente jusqu'à un maximum (52).

4. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la distance entre l'endroit de stator (52) à fente d'air maximale, et le cylindre enveloppe (49) du paquet de tôles de stator (18) est égale 5 à environ 3 à 6 % du diamètre de cette enveloppe.

5. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, vue en direction de la rotation (26), la fente d'air à effet magnétique décroît rapidement, à partir du maximum (52) sur environ la moitié 10 de l'arc de pôle de stator (τ_p) et ensuite décroît lentement sur l'autre moitié.

6. Moteur suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la fente d'air décroissante s'étend, dans le domaine de la gorge (44) à l'extrémité de l'arc polaire 15 (τ_p) tangentielllement dans l'enveloppe cylindrique (49) du paquet de tôles de stator (18) sur le côté de cette enveloppe tourné vers la fente.

7. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 5 ou 6, dans lequel le moteur est constitué comme 20 moteur à rotor extérieur à quatre pôles avec pôles de stator estampés, caractérisé en ce que les pôles de stator (40, 43) sont formés par des secteurs de cercle (rayon 74) à partir de l'endroit à fente d'air (52) maximale jusqu'à la corne de pôle de stator (par exemple 51) orientée en direction de la 25 rotation (26).

8. Moteur suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le diamètre (rayon 74) du secteur de cercle s'élève à environ 85 à 95 % du diamètre de l'enveloppe cylindrique (49) de stator, côté fente d'air, et est de 30 préférence, égale à 91 % de cette valeur.

9. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que le centre (70) du secteur circulaire se trouve sensiblement sur les extrémités des bissectrices (71) entre le pôle de stator en question 35 (41) et le pôle de stator (40) suivant en direction de la rotation (26).

10. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que la distance entre le centre (70) du secteur de cercle et le centre de l'enveloppe

cylindrique (49) s'élève à environ 3 à 6 % du diamètre de l'enveloppe.

11. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, dans le cas d'un moteur 5 prévu pour une vitesse de rotation d'environ 3 000 tours/minute, le détecteur de position de rotor (37) constitué par un palpeur galvanomagnétique, est décalé (39) d'environ 0 à 5 degrés en direction opposé au sens de rotation, hors de la zone neutre (38), ou bien la magnétisation de l'air 10 mant de rotor, dans son domaine commandant ce palpeur (37), est décalée d'un angle correspondant dans le sens de la rotation en vue d'obtenir une commutation plus rapide.

12. Moteur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu pour 15 l'entraînement d'une mémoire à disques.

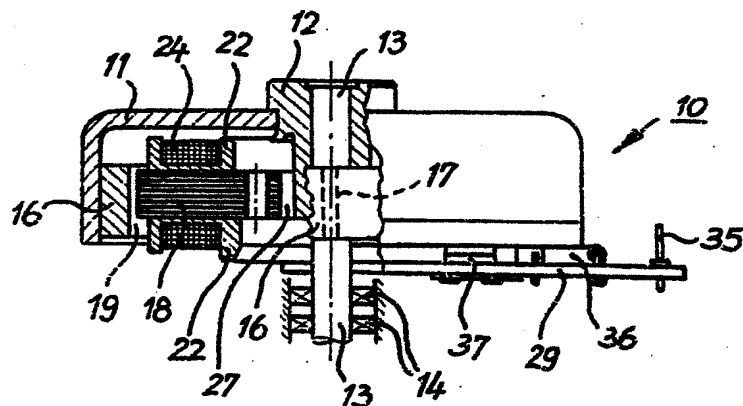


Fig. 1

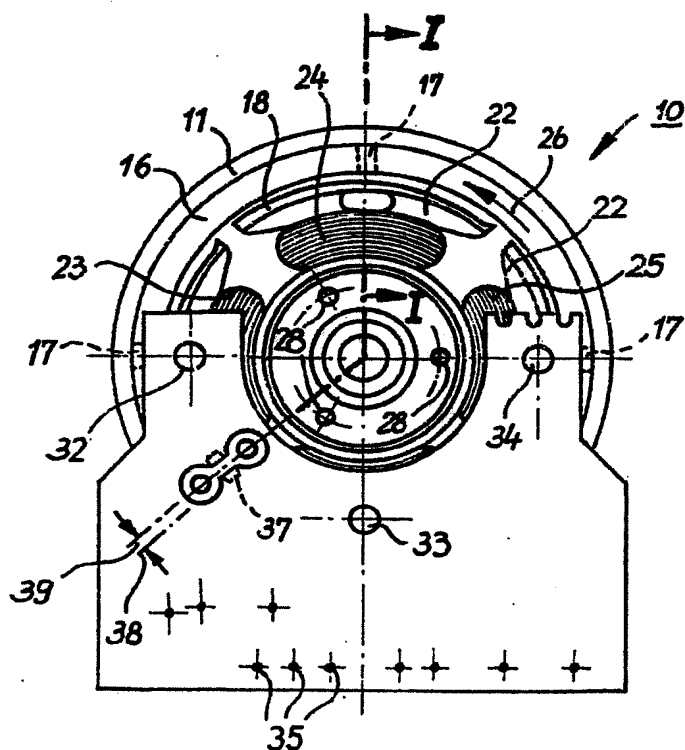


Fig. 2

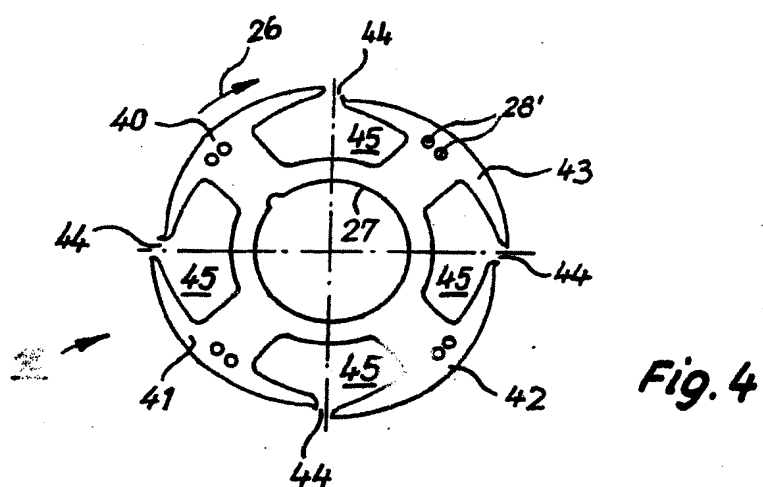
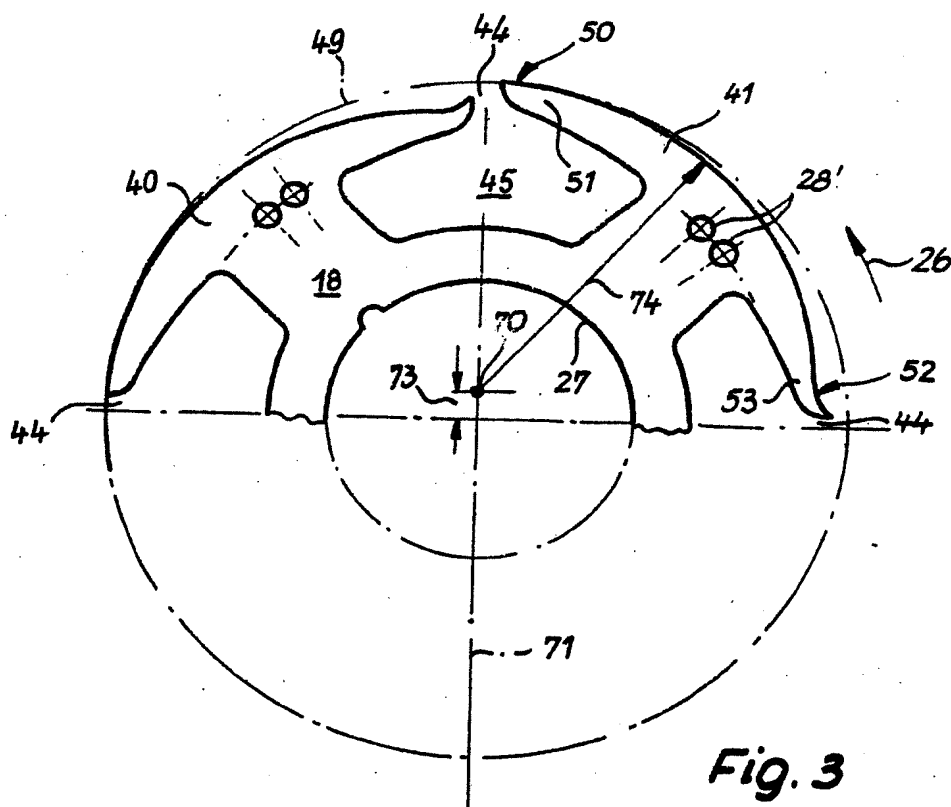


Fig. 5

